

УДК 629.7.036.3

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ОХЛАЖДЕНИЯ ВЕРТОЛЁТНОГО ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА ЭТАПЕ НАЧАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

©2016 В.А. Григорьев, А.О. Загребельный

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

INFLUENCE OF COOLING DEGREE OF HELICOPTER GTE ON ECONOMIC CRITERIA EFFECTIVE FOR THE INITIAL DESIGN

Grigoriev V.A., Zagrebelniy A.O. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

The influence of different mathematical models on the mass of the power plant's reducer and on the workflow parameters of engine are considered. The mathematical models that can be used in the initial stage design are justified.

В современных условиях разработчики авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) находятся в ситуации, когда срок создания ГТД больше срока создания соответствующего летательного аппарата (ЛА) на 3...5 лет [1]. К моменту окончания создания двигателя, существует большая степень риска, что такой ГТД будет неконкурентоспособен. Выходом из сложившейся ситуации является новая методология создания авиационных ГТД – методология опережающего проектирования (или принцип «совместного финиша»). Такой принцип предполагает, в том числе разработку таких методов и средств, которые смогли бы обеспечить повышение эффективности ГТД на всех стадиях жизненного цикла [2], включая этап начального проектирования.

Основной задачей начального проектирования авиационного ГТД является оптимальное согласование основных параметров ЛА и силовой установки. Однако на этом этапе существует многокритериальность оценки эффективности ЛА и неопределённость исходных проектных данных по ГТД и ЛА [3]. Это, в свою очередь, затрудняет поиск оптимальных значений параметров рабочего процесса ГТД. Необходимо учитывать, что вертолётные ГТД в абсолютном большинстве относятся к категории мало-размерных [4], соответственно повышение эффективности за счёт совершенствования рабочего процесса не всегда может быть оправдано, т.к. повышение значений π_k и $T_{г*}$ затрудняет проблема КПД узлов из-за «уменьшения» элементов проточной части.

Проектный выбор параметров рабочего процесса осуществляется на основе параметрических исследований, при которых используются критерии эффективности всей системы (вертолёт – ГТД). В данной работе произведён анализ влияния степени охлаждения на области рациональных значений параметров по экономическим критериям эффективности (стоимости часа эксплуатации ЛА, себестоимости перевозок, приведённых затрат на 1 т·км, стоимости жизненного цикла ЛА и двигателя).

Одним из ключевых вопросов на данном этапе проектирования является вопрос выбора значения температуры газа перед турбиной и, соответственно, вопрос, связанный с охлаждением деталей турбины для обеспечения ресурса ГТД [5]. Увеличение уровня температуры, с одной стороны, вынуждает разработчиков организовывать более интенсивное охлаждение деталей турбины, что приводит к возрастанию массы и габаритов ГТД, а также отражается на стоимости производства и эксплуатации, с другой стороны – осложняется вопрос обеспечения надёжности работы турбины и, главным образом, рабочих лопаток. Их обычно относят к числу «основных» деталей двигателя, назначенный ресурс которых определяет ресурс всего двигателя. Достаточная прочность охлаждаемых лопаток и их ресурс достигается в значительной мере обеспечением заданной температуры материала лопатки ($T_{л*}$).

В работе охлаждение учитывалось из условия его организации таким образом, чтобы сохранялась на заданном уровне тем-

пература рабочих лопаток турбины газогенератора $T_{л}^*$.

В результате проведённого исследования были получены области рациональных значений параметров для экономических критериев эффективности. Показано, что при организации охлаждения оптимальные значения параметров рабочего процесса заметно меньше, чем при отсутствии охлаждения.

Библиографический список

1. Албасов А.Л., Боровик В.О., Куевда В.К. Развитие методологии создания авиационных двигателей. Двигатели XXI века. Тез. докл. межд. конф. ЦИАМ, 2000. С. 8-10.

2. Григорьев В.А.. Устойчивость оптимальных решений при формировании рабочего процесса малоразмерных газотурбин-

ных двигателей для многоцелевого вертолёта. Вестник СГАУ, №1, 2002. С. 33-38.

3. Грецков А.И., Григорьев В.А. Особенности оптимизации параметров рабочего процесса ГТД со свободной турбиной при начальном проектировании в условиях неопределённости. Проблемы и перспективы развития двигателестроения: материалы докладов межд. Науч.-техн. Конф. 28-30 июня 2011 г. Самара: СГАУ, 2011. В 2 Ч. Ч. 1, С. 39-41.

4. Пономарев Б.А., Бехли Ю.Г. Исследования развития отечественных вертолётных ГТД и малоразмерных авиационных двигателей. ТВФ, 1991. №2. С. 10-16.

5. Испытания авиационных двигателей: Учебник для вузов / под общ. ред. В.А. Григорьева и А.С. Гишварова. М.: Машиностроение, 2009. 504 с.

УДК 621.785+629.735.084

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗАРОЖДЕНИЯ ПОР В НАНОСТРУКТУРНОМ СПЛАВЕ ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ НАГРУЗКЕ

©2016 А.К. Емалетдинов, А.В. Галактионова

Уфимский государственный авиационный технический университет

THERMODYNAMIC CONDITIONS OF THE VOID NUCLEATION IN NANOSTRUCTURED ALLOYS AT HIGH TEMPERATURE LOAD

Emaletdinov A.K., Galaktionova A.V. (Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation)

A modeling of evolution of dislocation structure at laser processing of surface of materials and for durability of materials after it. The systems of equations of kinetic defects and durability of materials is obtained and analyzed.

Современные никелевые жаропрочные сплавы являются наноструктурными композиционными материалами. Концентрация вакансий меняется в широких пределах в течение рабочего цикла двигателя, и после его остановки избыточная концентрация может приводить к зарождению пор. Периодические процессы зарождения и стекания избыточной концентрации вакансий будут определять кинетику зарождения и роста пор. Рассмотрена модель диффузионного зарождения поры при циклическом термомеханическом нагружении. Записано термодинамическое условие гетерогенного зарождения поры с использованием свободной энергии системы, включающей вклад поверхностного натяжения свободной поверхности и межфазной границы, упругой энергии сетки

дислокаций несоответствия, действия внутренних и внешних термоупругих напряжений, концентрации неравновесных вакансий, включений в границах, возникновения диффузионных потоков химических компонентов сплава. Выполнена термодинамическая оценка условий образования поры критического размера. Проведён анализ критического размера пор с учётом влияния упругой энергии межфазной границы, дислокаций несоответствия, концентрации напряжений в никеле, температурных напряжений циклических напряжений. Показано, что критический размер поры существенно уменьшается при учёте перечисленных выше энергетических воздействий. Выполнены численные расчёты критического размера поры при действии различных факторов.